Zur Anatomie der Vegetationsorgane von Cassiope tetragona Don

von

Dr. **Karl Linsbauer,**

Assistent am pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien.

Aus dem pflanzenphysiologischen Institute der k. k. Universität in Wien.

(Mit 2 Tafeln.)

(Vorgelegt in der Sitzung am 22. November 1900.)

Cassiope tetragona, eine der auffallendsten Charakterpflanzen arktischer Gebiete, war dank der interessanten anatomischen und morphologischen Eigenthümlichkeiten ihres Blattes schon mehrfach zum Gegenstande der Untersuchung gemacht worden. Namentlich beschäftigten sich Warming[1] und besonders eingehend F. Niedenzu[2] mit dem Studium der Histologie der Blätter, während Kerner,[3] Jungner[4] und andere zunächst eine biologische Deutung des *Cassiope*-Blattes zu geben versuchten. Trotzdem waren noch einige anatomische, namentlich aber entwickelungsgeschichtliche Fragen nicht oder nicht mit Sicherheit gelöst, Fragen, welche für die Auffassung der Morphologie und Biologie des Blattes von Wichtigkeit waren.

Deshalb übergab mir Herr Hofrath Prof. Wiesner das von ihm während seines Aufenthaltes in Spitzbergen (1897) eigenhändig gesammelte Material von *Cassiope tetragona* zur

---

[1] Meddeleser om Grønland, XII, 1888, p. 107 ff.

[2] Anatom. Bau der Laubblätter der Arbutoideen und Vaccinoideen in Beziehung zu ihrer system. Gruppierung und Verbreitung. Englers Bot. Jahrb., XI, 1890, S. 134 ff.

[3] Pflanzenleben, I. Aufl., p. 280.

[4] Klima und Blatt in der Regio alpina. Flora 1894, Ergänzungsband.

mikroskopischen Untersuchung. Die Resultate derselben fanden zum Theile bereits in der von dem genannten Forscher kürzlich publicierten Arbeit »Untersuchungen über den Lichtgenuss der Pflanzen im arktischen Gebiete« Berücksichtigung.[1]

Durch Vermittelung Herrn Hofrathes Wiesner wurde ich überdies in die Lage versetzt, vorliegender Arbeit gute Abbildungen der anatomischen Verhältnisse beizugeben, was mir umso erwünschter erschien, als meines Wissens in der Literatur nur mehr oder minder schematische Blattquerschnitte von *C. tetragona* zur Darstellung gelangten (Warming, l. c. S. 108; Kerner, l. c. S. 277).[2]

C. tetragona ist ein niederliegender Halbstrauch mit decussierten, sitzenden Blättern, die an sehr stark verkürzten Internodien stehen, so dass sie sich schuppenförmig übereinander lagern. Auf diese Weise wird die untere Hälfte jedes Blattes (oft ein noch größerer Theil) durch die Spitze des zweitfolgenden, tiefer stehenden Blattes gedeckt.[3]

Makroskopisch betrachtet lassen sich die Blätter am besten mit dem vorderen Theile eines Kahnes vergleichen. Man unterscheidet eine flach concave Oberseite, die dem Stamme anliegt, sowie zwei, einen Winkel von etwa 30° einschließende Flanken. Der stumpfe Kiel (der Rücken des Blattes) ist bogenförmig vorgewölbt. Längs desselben erkennt man eine unterhalb der Blattspitze beginnende, spaltenförmige Furche, welche von zwei Wülsten begleitet wird. Sie erweitert sich gegen die Blattbasis zu beträchtlich (Taf. II, Fig. 6), wird aber, wie oben bemerkt, in diesem Theile gänzlich von dem tiefer stehenden Blatte gedeckt. Diese Erweiterung ist daher in der Regel nur an frei präparierten Blättern sichtbar, die Deckung mithin — wenigstens an meinen Exemplaren — viel ausgeprägter, als es

---

[1] Diese Sitzungsberichte, Bd. CIX, 1900, S. 399 ff.

[2] Die detailreicheren Abbildungen in der Arbeit von Niedenzu (l. c.) beziehen sich auf andere *Cassiope*-Arten.

[3] *C. tetragona* besitzt, wie die meisten Ericaceen, einjährige Blätter neben solchen, welche bereits einen Winter überdauert haben (vergl. Warming, Über die Biol. d. Eric. Grönlands. Ref. in Bot. Centralbl., 25, 32, 1886). Diese zeichnen sich (in Formol) durch eine schwärzliche Färbung vor den gelbbraunen diesjährigen Blättern aus.

in den Abbildungen von Warming[1] und Drude[2] zum Ausdrucke kommt. Die Furche führt in einen ziemlich geräumigen, nach oben sackförmig geschlossenen Hohlraum (Fig. 3 und Fig. 6).

Die Furchenränder schließen, wie die mikroskopische Untersuchung lehrt, knapp bevor der Hohlraum unterhalb der Blattspitze sein Ende erreicht, völlig zusammen, so dass die Höhlung in diesem Theile nach außen vollkommen geschlossen, nach unten (gegen die Blattbasis hin) hingegen offen ist (Fig. 2). Die Länge dieser ausgehöhlten Partie ist sehr gering und variiert bei verschiedenen Blättern. Zumeist war es mir nur möglich, 2 bis 3 Querschnitte (Handschnitte) durch diesen Blattheil zu führen, in seltenen Ausnahmsfällen konnte ich bis 10 Schnitte erzielen, welche sämmtlich eine rings geschlossene Höhlung im Blattinneren aufwiesen.[3] In solchen besonders günstigen Fällen ließ sich constatieren, dass dieser Hohlraum in seinem unteren Theile am Querschnitte die Gestalt eines gleichschenkeligen Dreieckes zeigt, aber gegen die Blattspitze hin elliptisch wird, wobei die Höhlung immer mehr gegen die Blattaxe verschoben erscheint.

Ich gehe nun zur anatomischen Charakteristik der einzelnen Gewebe des Blattes über, wobei ich namentlich auf jene Thatsachen näher eingehen werde, welche Warming und Niedenzu nicht oder nur nebenbei erwähnten.

Hautgewebe. Die Epidermis der dem Stamme zugewendeten Blattseite besteht aus eckig gebuchteten Zellen, die ähnlich wie die Epithelzellen gewisser Blüten *(Viola)* durch eigenthümliche Leisten ausgezeichnet sind, welche von den Seitenwänden verschieden weit in das Zellumen vorspringen[4] (Fig. 7).

---

[1] L. c., p. 108.

[2] In Engler und Prantls »Natürl. Pflanzenfamilien«, IV, 1 (1897), S. 22, Fig. 12, *D*.

[3] Diese Zone ist auf Fig. 6 durch die Ziffer 2 markiert.

[4] Die Oberhautzellen führten regelmäßig einen gelbbraunen, ziemlich homogenen Inhalt, der sich auch sonst vielfach (im Periderm, in den Markstrahlen, der Markkrone etc.) vorfand. Ich habe ihn nicht näher untersucht, da die Annahme nahe lag, dass der ursprüngliche Inhalt durch das Formol verändert worden war.

Meist treten sie nur einseitig auf, selten correspondieren sie in benachbarten Zellen. Die größte Höhe dieser Oberhautelemente beträgt etwa 17 μ, die mäßig stark verdickte Außenwand hat eine mittlere Dicke von 3 μ. Auf den Flanken des Blattes sind die Epidermiszellen größer und in jeder Beziehung derber, was offenbar mit ihrer exponierten Lage zusammenhängt. Die Leistenbildung ist hier nur durch stellenweises Auftreten von schwach ungleichmäßiger Wandverdickung angedeutet. Die mächtig entwickelte Außenwand dieser bis 29·0 μ hohen Epidermiszellen misst im Maximum 13·2 μ. Die Elemente der den Hohlraum auskleidenden Oberhaut sind dagegen wieder sehr zart ausgebildet und kommen in ihren Dimensionen den Epidermiszellen der Oberseite nahe. An diese erinnern sie auch in ihrer Form, nur sind sie von der Fläche gesehen kleiner und haben dementsprechend nur kleine, oft undeutliche Verdickungsleisten auf ihren antiklinen Wänden.

Die Spaltöffnungen sind nach den bisherigen Beobachtungen auf den Hohlraum allein beschränkt, kommen aber hier in ziemlicher Anzahl vor. Da ihre Längsaxe zumeist nicht zur Axe des Blattes parallel ist,[1] ist es schwierig, einen medianen Querschnitt durch dieselben zur Ansicht zu bekommen. Ich fand bei genauer Untersuchung, dass Stomata, wenn auch in sehr geringer Zahl, auch auf der dem Stamme zugewendeten Seite des Blattes auftreten; sie stehen zumeist über dem Blattnerv und haben ihren Spalt der Blattaxe parallel gestellt. Die Spaltöffnungen sind meist beträchtlich über das Niveau der Epidermiszellen emporgehoben, worauf schon Warming und Niedenzu hinwiesen. An dieser buckelförmigen Erhebung betheiligen sich bisweilen auch die benachbarten Oberhautzellen, was durch Fig. 9 veranschaulicht wird. Im übrigen zeigen sie keine Besonderheiten, weshalb hier nur auf die Abbildung verwiesen sei.

Von Trichomen finden sich, wie bereits von anderer Seite nachgewiesen wurde, zwei Arten vor: luftführende Deckhaare und Drüsenhaare. Jene sind einzellig und sehr stark,

[1] In den Figuren 2 bis 3 wurden die Stomata der Unterseite der Deutlichkeit halber schematisch eingezeichnet.

häufig unregelmäßig bis zum theilweisen Schwinden des Lumens verdickt. Die Drüsenhaare haben eine ellipsoidische Gestalt und bestehen aus einer Reihe von 6 bis 7 zartwandigen Zellen. In dem abgebildeten Falle (Fig. 8) hat sich die Fußzelle offenbar durch eine antikline Wand getheilt, was für gewöhnlich nicht zu beobachten ist. An älteren Blättern sind die Drüsenhaare regelmäßig blasebalgartig collabiert und inhaltsleer. Während die Flanken des Blattes nur Deckhaare führen, kommen im Hohlraume desselben beide Arten von Trichomen nebeneinander vor; auf der dem Stamme zugewendeten Seite sind dagegen die Drüsenhaare in überwiegender Zahl anzutreffen.

Das Mesophyll gliedert sich in ein Pallisaden- und ein Schwammparenchym, doch weicht die Lage dieser Gewebe von der im normalen Dicotylenblatt wesentlich ab. Die Pallisaden sind nämlich auf die Flanken des Blattes beschränkt und stehen schräg zu deren Oberfläche, was an Längsschnitten deutlich erkennbar ist. Sie sind so orientiert, dass ihr peripheres Ende gegen die Blattspitze aufgerichtet ist. Ihre Länge ist gering (zumeist 26·5 bis 33 μ), doch stehen sie in doppelter bis dreifacher Reihe übereinander. Gegen das apicale Blattende hin nimmt das Assimilationsgewebe an Mächtigkeit zu und erstreckt sich von der Stelle an, wo der Hohlraum des Blattes geschlossen ist, über die ganze nach außen gerichtete Blattunterseite. Im obersten Blattheile bilden die Pallisaden eine Lage von etwa 5 Zellreihen.

Das übrige Mesophyllgewebe stellt ein sehr lockeres, zu einem ziemlich regelmäßigen Maschenwerke verbundenes Schwammparenchym dar. Die mehr nach außenhin gelegenen Zellen führen reichlichen Inhalt und erscheinen daher dunkler, wie auch in den Figuren 1 bis 3 angedeutet wurde, während sie im Inneren des Blattes farblos sind und regelmäßig eine, selten zwei Drusen von oxalsaurem Kalke einschließen.

Es sei noch erwähnt, dass sich die älteren Blätter ganz regelmäßig verpilzt erwiesen. Nicht selten fand ich noch zweizellige Sporen vor, die meist im Hohlraume zur Keimung gelangt waren und mit ihrem gegliederten Mycel das Blattmesophyll durchwucherten. Ihre Fortpflanzungsorgane entstanden auf den Flanken des Blattes, wo sie sich (an Herbar-

material) für das freie Auge als punktförmige Wärzchen bemerkbar machten.

Das Blatt ist von einem wenig verzweigten Hauptnerv durchzogen. Das Gefäßbündel, welches von einer deutlichen Parenchymscheide umschlossen wird, ist nur schwach entwickelt. Der Xylemtheil besteht in der Hauptsache aus kleinlumigen, stark zugespitzten Tracheïden, mit enger schraubenförmiger Verdickung. Mechanische Elemente fehlen.

Über die Entwickelungsgeschichte der Blätter der in Rede stehenden Art fand ich in der mir zu Gebote stehenden Literatur keine Angaben vor, über die verwandter Pflanzen nur spärliche, meist unzulängliche Bemerkungen. Zumeist werden die Blätter unserer *Cassiope* unter den Typus der Rollblätter aufgenommen. Da diese durch Zurückrollung der Blattränder charakterisiert werden, müsste man folgerichtig annehmen, dass die »Flanken« des Cassiopeblattes, auf welche die Pallisaden beschränkt sind, einen Theil der Blattoberseite darstellen, während die Wände des Hohlraumes die Blattunterseite repräsentieren. Nach dieser Auffassung fallen die Furchenränder mit den Blatträndern zusammen. Diese Anschauung findet eine scheinbare Stütze im anatomischen Bau insoferne, als die Spaltöffnungen in überwiegender Mehrzahl auf den Hohlraum, also die vermeintliche Blattunterseite, beschränkt sind, die Pallisaden, wie gewöhnlich, auf der Blattoberseite zu finden wären. Niedenzu wendet sich gegen den Ausdruck »Zurückgerollt«, da die Seiten (Flanken) des Blattes nicht aus der morphologischen Ober-, sondern aus der Unterseite durch »Einbuchtung« hervorgegangen seien.[1] Er wurde zu dieser Ansicht durch Vergleich mit den Blättern von *C. Mertensiana* gebracht, ohne dass er die Entwickelungsgeschichte zu Rathe zog. Dass übrigens das Ende des Hohlraumes im Blatte von *C. tetragona* völlig geschlossen ist, scheint Niedenzu entgangen zu sein. Er erwähnt bei der Besprechung der »Fortschritte im Blattbau« (der phylogenetischen Entwickelung) verschiedener *Cassiope*-Arten bloß, dass »bei *C. tetragona ericoides*, *selaginoides* und *fastigiata* die ‚Einbuchtung‘ vollendet und die unteren Ränder

---

[1] L. c., p. 183.

einander mehr oder minder genähert« sind, während er einen »inneren, nach unten sich öffnenden Hohlraum« nur für das Blatt von *C. Redowskii* anführt, bei welcher Art er allerdings am besten ausgebildet sein dürfte.[1] Später äußert sich Niedenzu hierüber folgendermaßen: »Vielleicht ist die Vorstellung zulässig, dass dieses außerordentlich merkwürdige Blatt dadurch entstanden ist, dass etwa bei einem Blatte, wie *C. ericoides* es zeigt, die unteren Flügelränder miteinander verwuchsen«.[1] Ich stellte mir daher die Aufgabe, auf entwickelungsgeschichtlichem Wege zu untersuchen, aus welcher Blattseite die Flanken des ausgebildeten Blattes hervorgegangen sind, und auf gleiche Weise die Entstehung des geschlossenen Hohlraumes aufzuklären.

Das in Formol conservierte Material erwies sich vorzüglich geeignet, die Entwickelungsgeschichte der Blätter zu studieren. Es gelang bei einiger Sorgfalt leicht, mit Hilfe von Nadeln die einzelnen Blätter loszupräparieren und den Vegetationspunkt frei zu legen, so dass die ganze Entwickelung des Blattes, soweit sie für meine Zwecke in Betracht kam, zur Anschauung gebracht werden konnte.

Die erste Anlage der Blätter zeigt keine wesentlichen Eigenthümlichkeiten. Unweit vom Vegetationskegel erkennt man jedoch auf der Rückenfläche (Unterseite) der Blättchen eine dunkle Zone, die sich bald zu einem ungefähr hufeisenförmigen Wulst erhebt, der seine Convexität der Blattspitze zukehrt (Fig. 4). Indem die dem Blattrande zugewendete Seite des Wulstes im Vergleiche zur inneren im Wachsthume voraneilt, schieben sich dessen Ränder gegeneinander vor und schließen einen Hohlraum ein, dessen spaltenförmiger Ausgang sich immer mehr verengt (Fig. 5). Im oberen Blatttheile kommt es endlich bis zur gegenseitigen Berührung der Wulstränder, während diese im unteren Drittel dauernd von einander entfernt bleiben (Fig. 6). Wie hieraus erhellt und ein Blick auf die Figuren 4 bis 6 lehrt, ist die Flanke des ausgewachsenen Blattes aus der Blattunterseite durch Vorwölbung des erwähnten Wulstes über die Blattmitte hervorgegangen.

[1] L. c., p. 218.

So erklärt sich auch auf sehr einfache Weise die Entstehung des geschlossenen Hohlraumes in der Blattspitze. Es schieben sich nämlich nicht bloß die Schenkel des hufeisenförmig angelegten Wulstes gegen die Blattmediane vor, sondern es wölbt sich auch gleichzeitig die convexe, der Blattspitze zugewendete Partie desseben gegen die Blattbasis hin, wodurch ein kaputzenförmiger, nach außen geschlossener, nach unten offener Raum entstehen muss. Eine nachträgliche Verwachsung der Wulstränder, wie sie Niedenzu vermuthet, tritt — wenigstens bei der von mir untersuchten Species — nicht ein.

In meiner Auffassung wurde ich bestärkt durch die mir erst nach Abschluss meiner Beobachtungen zugänglich gewordene Dissertation von G. Gruber,[1] welcher die Entstehung eines ähnlichen Hohlraumes bei *Empetrum nigrum* und einigen Ericaceen in analoger Weise beschreibt. Er sagt, die Bildung desselben geschehe in der Weise, »dass sich das Gewebe auf der Unterseite, mit Ausnahme einer mittleren Zone, welche im Wachsthume zurückbleibt, allmählich erhebt«.

Es sei noch erwähnt, dass die Entwickelung der Deckhaare (wie aus den Figuren 4 bis 6 erhellt) auf der Blattspitze beginnt und basipetal fortschreitet. Die Entwickelung des Blattes unterscheidet sich also von der des normalen Dicotylenblattes dadurch, dass hier außer dem basipetalen Wachsthume des Blattes noch ein intercalares Wachsthum einer distincten Partie der Blattunterseite (nämlich des Wulstes) auftritt.

Aus diesen Untersuchungen, welche die auf vergleichender Morphologie fußende Ansicht Niedenzus vollkommen bestätigen, ergibt sich, dass bei *Cassiope tetragona* eine sehr bemerkenswerte Verschiebung in der Anordnung der Gewebe eingetreten ist, indem das Assimilationsgewebe auf die Blattunterseite gerückt ist.[2]

---

[1] Anatomie und Entwickelung des Blattes von *Empetrum nigrum* und ähnlicher Blattformen einiger Ericaceen. In. Diss., Königsberg, 1882.

[2] Diese auffallende Erscheinung steht übrigens nicht ohne Analogie da. Ich verweise auf die schuppenförmigen Blätter der xerophilen Compositen *Lepidophyllum quadrangulare* und *Phoenocoma prolifera*, bei denen die nach außen gekehrte Unterseite Pallisaden, die dem Stamme dicht anliegende

Der anatomische Bau der Laubblätter von *Cassiope tetragona* ist durch die extreme Ausbildung des »ericoiden« Charakters so merkwürdig, dass es von Interesse erscheint, analoge Fälle aufzusuchen. Vorerst will ich, um die Analogie deutlicher hervortreten zu lassen, erinnern, dass Niedenzu die *Cassiope*-Arten nach dem Fortschritte, den sie in der Umbildung des Blattes erkennen lassen, in folgende Reihe bringt: *C. Mertensiana,* bei welcher sich die morphologische Blattunterseite zu zwei parallel zur Längsaxe des Blattes verlaufenden Buchten einfaltet; *C. tetragona, ericoides, selaginoides* und *fastigiata,* wo die Einbuchtung bereits vollendet und die Furchenränder einander mehr oder minder genähert sind. Das Palissadenparenchym ist hiebei auf die freiliegenden Außenseiten der Flügel, die Stomata und ein Theil der Drüsenhaare auf die Höhlung beschränkt. Das Ende dieser Reihe bildet *C. Redowskii,* »welches — gleich dem *Lathraea*-Blatte[1] — einen inneren, nach unten sich öffnenden Hohlraum einschließt«. Wir haben gesehen, dass auch *C. tetragona* hieher zu stellen ist, da es einen, wenigstens zum Theile geschlossenen Hohlraum besitzt.

Eine ganz parallel gehende Umformung der Blätter, wie bei der Gattung *Cassiope* unter den Arbutoideen finden wir unter den Ericoideen bei der Gattung *Erica* wieder. Ich verweise diesbezüglich auf die Abbildungen, welche Ljungström seiner Arbeit »Bladets bygnad inom familjen Ericineae«[2] beigibt. Wiederum treffen wir Blätter mit zwei dem Hauptnerv parallel gehenden Furchen (*Erica stricta* [Taf. I, Fig. 5], *E. Ostermeyeri* [Taf. II, Fig. 13] und andere) und verschiedene Übergänge bis zu Formen, bei denen die Wulstränder der Blattunterseite einander stark genähert sind. Bei einigen sind die Pallisaden noch auf der gesammten Oberseite ausgebildet (*E. conferta, ampullacea* [Taf. II, Fig. 20, bezüglich 21]), bei den der *Cassiope*

Oberseite Schwammparenchym führt (Goebel, Organographie der Pflanzen, II. Th., Bd. 2. Jena, 1900, S. 495).

[1] Der Hohlraum des *Lathraea*-Blattes entsteht bekanntlich dadurch, dass der Rand »ringsum nach unten zurückgeschlagen« ist. (Irmisch, Zur Morphologie der monokotyl. Knollen- und Zwiebelgewächse, S. 188; Stenzel, Über d. Bl. der Schuppenwurz [Bot. Zeit., XXIX, 1871, Nr. 16, S. 241 ff.] u. a.)

[2] In Lunds Universitäts årskrift, Bd. XIX, 1883.

tetragona im anatomischen Baue zunächst stehenden finden sich die Pallisaden nur auf den Flanken, Stomata ausschließlich in dem Hohlraume (*E. dianthifolia*, Taf. II, Fig. 22).

Noch interessanter erscheint mir ein zweiter Analogiefall, den ich noch aufführen will, deshalb, weil er eine Gattung betrifft, die einer systematisch weit entfernten Familie angehört und unter wesentlich anderen klimatischen Verhältnissen gedeiht, ich meine die Composite *Celmisia*, die in mehreren Arten Neuseeland bewohnt. Diels[1] stellt sie in die Reihe der »Polsterstauden«, die auf den Triften der östlichen Voralpen Neuseelands vorkommen und einen »im Verhältnisse zum Klima extrem zu nennenden Xerophytencharakter« besitzen. Auch hier sehen wir Arten mit zwei haarerfüllten Buchten auf der Blattunterseite (*C. laricifolia*, Fig. 5 *E* auf S. 268) und im extremsten Falle das Blatt von *C. lateralis* (Fig. 5 *F*), von dem Verfasser folgende Beschreibung gibt: »Auf Längsschnitten findet man von oben bis unten eine centrale Höhlung die Spreite durchlaufen, die, an der Spitze blind endigend, nur mit enger Basalpforte nach außen sich öffnet, so dass das Ganze etwa aussieht, als wären die umgebogenen Ränder eines *Empetrum*-Rollblattes (allerdings mit oberseitigen Spaltöffnungen!) der Länge nach miteinander verwachsen«. Diels geht nicht näher auf die Anatomie des Blattes ein, doch ist schon hieraus, sowie aus der beigegebenen Figur die auffallende Analogie mit dem extrem ericoiden Typus des Blattes von *Cassiope tetragona* und *C. Redowskii* klar. Allerdings sind gewisse Unterschiede nicht zu verkennen. Die Stomata bei *Celmisia* liegen nach außen, das Mesophyll ist im ganzen Umfange gleichmäßig ausgebildet. Die Anordnung der Gewebe ist demnach hier vollkommen concentrisch, während sie bei *Cassiope* dorsiventral und zugleich bilateral symmetrisch ist.

Diese Analogiefälle,[2] deren Zahl namentlich durch verschiedene Repräsentanten der Familie der Ericaceen und Em-

---

[1] Vegetationsbiologie von Neu-Seeland. (Englers Botan. Jahrb., XXII, H. 2, S. 264 ff.)

[2] Ob die angeführten Fälle thatsächlich echte Analogiefälle darstellen, kann sich natürlich erst aus der entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung ergeben.

petraceen[1] leicht vermehrt werden könnte, zeigen zur genüge, dass ganz ähnliche morphologische Verhältnisse bei verschiedenen Pflanzenspecies und unter anscheinend verschiedenen klimatischen Factoren auftreten können, worin auch die Schwierigkeit einer einheitlichen Deutung des sogenannten Rollblatttypus besteht. Thatsächlich haben eine Reihe von Forschern diese Frage von verschiedenen Gesichtspunkten aus zu lösen versucht. Wiesner (l. c.) hat vor kurzem die Beziehungen des Lichtes zur Lage des Blattes von *Cassiope tetragona*, sowie zur Ausbildung des Assimilationsgewebes in demselben auf Grund messender Versuche klargelegt. Andere suchten namentlich die Bedeutung des so auffälligen Hohlraumes zu erforschen; da man aber nicht experimentell zu Werke gieng, die experimentellen Methoden zumeist auch nicht anwendbar waren, gelangte man zu ganz divergierenden Resultaten. Während Kerner annahm, dass der Spalt die Stomata vor Benetzung schütze, wodurch die Transpiration aufrecht erhalten würde, erblicken andere gerade in der Ausbildung eines Hohlraumes einen Schutz gegen zu starke Transpiration. Dass aber hierin nicht die einzige Bedeutung des Hohlraumes liegt, ergibt sich schon daraus, dass bei *Cassiope* und *Erica* neben den Spaltöffnungen noch Drüsenhaare in dem Hohlraume vorkommen, und dass bei *Celmisia*, welche ganz ähnliche Haare im Hohlraume führt, die Stomata in der Peripherie des Blattes stehen. Jungner will in dem eigenthümlichen Blattbaue einen Schutz gegen Kälte erblicken. Es würde zu weit führen, auf die verschiedenen Ansichten hierüber näher einzugehen. Es erhellt schon hieraus, dass bisher eine befriedigende Erklärung der physiologischen Bedeutung des Hohlraumes noch nicht gegeben wurde.

Bezüglich der Anatomie des Stammes von *Cassiope tetragona* sollen hier nur die wichtigsten Thatsachen hervorgehoben werden. Zur Orientierung über die Anordnung der Gewebe reicht die beigegebene Abbildung des Stammquerschnittes vollkommen aus (Fig. 10).

---

[1] Vergl. Gruber (l. c.) und Gibelli, Struttura delle foglie delle Empetraceae (Nuovo giornale botanico italiano, Bd. VIII, Pisa, 1876. Diese Arbeit war mir nur im Referate zugänglich).

Das Hautgewebe des jungen Stämmchens führt wie das Blatt zweierlei Haare: einzellige Deckhaare und mehrzellige Drüsenhaare. Erstere sind sehr stark verdickt; gegen die Basis hin verschwindet das Lumen meist vollständig, erweitert sich jedoch wieder bedeutend im Niveau der Oberhautzellen (Fig. 11). Die Drüsenhaare haben dieselbe Gestalt wie am Blatte. Ausnahmsweise fand ich auch eine einzellige Drüse mit gesprengter Cuticula (Fig. 12).

An die Epidermis schließen sich 1 bis 2 Reihen chlorophyllführender Zellen an, auf welche mehrere Lagen eines zarten, farblosen Parenchyms folgen, dessen Zellen ganz regelmäßig eine Kalkoxalatdruse führen. Das Periderm entsteht wie bei anderen daraufhin untersuchten Ericaceen in einer unmittelbar dem Phloem angelagerten Zellschichte (dem Pericykel).[1] Die Wand der Peridermzellen ist wenigstens anfangs stark lichtbrechend, wodurch diese Elemente in den Präparaten sehr scharf hervortreten (Fig. 10, *Per*).

Auch im Holzkörper spricht sich die Zugehörigkeit zu den Ericaceen deutlich aus. Zur Charakteristik sei Folgendes hervorgehoben.

Jahresringe sind selbst unter dem Mikroskope nicht zu erkennen. Der Xylemtheil des jungen Stämmchens besteht vorzugsweise aus dickwandigen Tracheiden, zwischen welchen zerstreut kleine, schraubenförmig verdickte Gefäße (größter Durchmesser circa 5 bis 12 μ) liegen. In älteren Stämmen findet man eine Wechsellagerung von einer Reihe Tracheen und 2 bis 3 Reihen tracheidaler Elemente. Ob diese vielfach undeutliche Abwechslung dem Wechsel von Frühjahrs- und Herbstholz entspricht, erscheint mir sehr zweifelhaft.

Das Lumen dieser Gefäße ist etwas in radialer Richtung gestreckt. Ihr Breitendurchmesser beträgt circa 12·8 bis 16·0 μ, die Ausdehnung in radialer Richtung hingegen etwa 16·0 bis 22·4 μ. Die Wände sind von mehreren Reihen (meist 3) kleiner, runder bis elliptischer Hoftüpfel besetzt. Die kurzen Gefäßglieder

[1] Vergl. Möller, Anatomie der Baumrinden. Berlin, 1882; Douliot, Recherches sur le périderme (Ann. d. sc. nat. VII. sér., t. X, 1889); Solereder, Syst. Anat. der Dicotylen. Stuttgart, 1899, S. 964.

schließen mit schräg gestellten Endflächen aneinander, welche leiterförmig perforiert sind.[1] Die Scheidewände sind nahezu durchwegs so orientiert, dass sie auf Radialschnitten dem Beobachter ihre Flächenansicht darbieten.

Von Tracheiden treten zwei Formen auf: dünnwandige mit derselben Form von Hoftüpfeln wie die Gefäße und dickwandige Tracheiden mit schräg gestellten, spaltenförmigen Hoftüpfeln. Diesen kommt vermuthlich auch eine mechanische Function zu, da andere mechanische Elemente wie Bastfasern und (typisches) Libriform im Stamme völlig fehlen. Damit steht wohl auch im Zusammenhange, dass sie, wie bereits oben bemerkt, den Holzkörper der jungen aufgerichteten Stämmchen fast ausschließlich zusammensetzen, während sie in den älteren niederliegenden Stämmen in verhältnismäßig geringerer Zahl auftreten.

Besonderes Interesse beansprucht der Bau der Markstrahlen. Soweit sie im Holzkörper verlaufen, scheinen die sie constituierenden Zellen auf dem Stammquerschnitte schmal, in radialer Richtung etwas gestreckt. Bei ihrem Übertritte in die Rinde wird ihr Querschnitt isodiametrisch,[2] gegen die Stammperipherie hin strecken sie sich sogar in tangentialer Richtung, wodurch natürlich die Markstrahlen nach außen zu breiter werden. Sie sind in überwiegender Zahl einreihig, stellenweise auch zweireihig und bestehen zumeist aus einer oder zwei übereinanderliegenden Zellreihen. Auf Radialschnitten erscheinen die reichlich einfach getüpfelten Markstrahlzellen rechteckig, auf Tangentialschnitten kurz spindelförmig. Der längste Zelldurchmesser steht immer parallel zur Stammaxe. Die Markstrahlzellen tragen mithin den Charakter der Holzparenchymzellen an sich und bilden durchwegs »stehende« Markstrahlen. Holzparenchym scheint sehr spärlich aufzutreten.

Die Markkrone (Fig. 10, *MKr*) ist sehr deutlich ausgeprägt. Die sie constituierenden Zellen sind reichlich einfach getüpfelt. Das Mark selbst ist heteromorph. Es besteht in der Hauptsache

---

[1] Nach Solereder (l. c.) sind die Gefäße der Ericaceen durch die Tendenz zu leiterförmigen Perforationen ausgezeichnet.

[2] Diese Verhältnisse konnten in der bei schwacher Vergrößerung gezeichneten Fig. 10 nicht zum Ausdrucke gebracht werden.

aus parenchymatischen Elementen, die regelmäßig eine Druse von oxalsaurem Kalke einschließen. Dazwischen befinden sich zerstreut einfach getüpfelte Idioblasten von sclerenchymatischem Charakter.

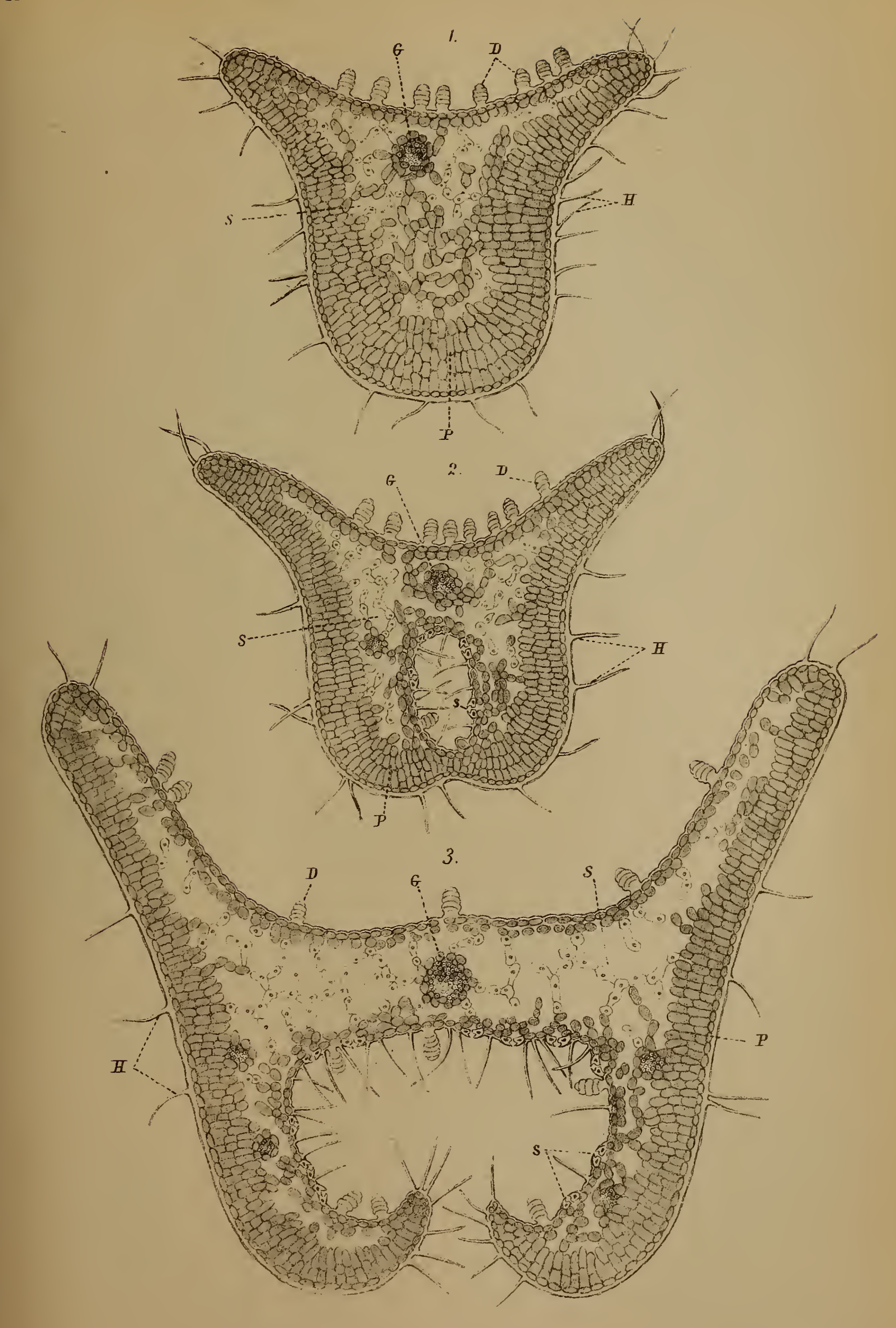
Die Hauptergebnisse der vorliegenden Untersuchung sind kurz zusammengefasst folgende:

1. Das Blatt von *Cassiope tetragona* besitzt auf seiner Unterseite einen im obersten Theile kaputzenförmig geschlossenen Hohlraum.

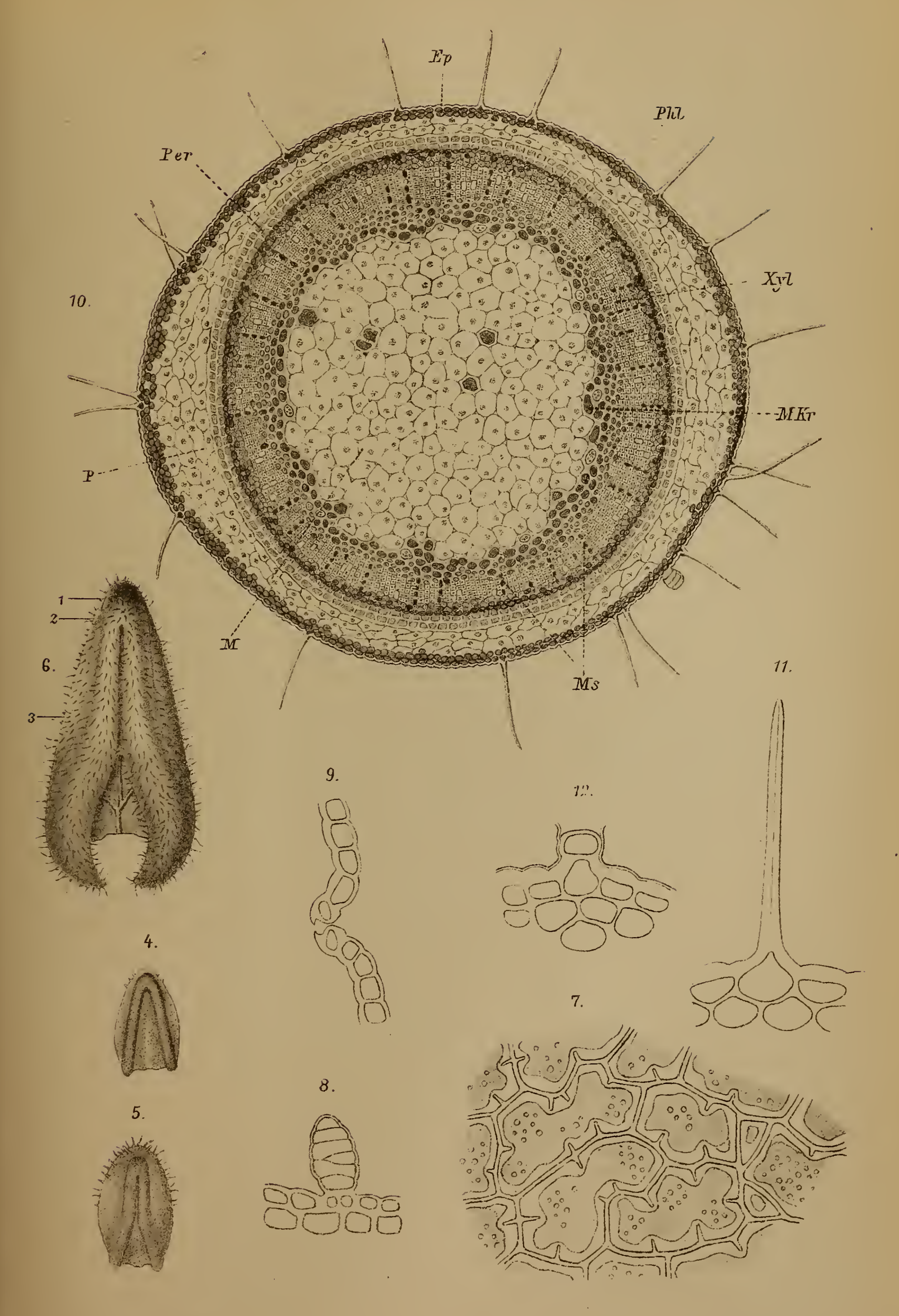
2. Dieser kommt nicht durch Einrollung des Blattrandes, sondern durch allseitiges Vorwölben einer hufeisenförmigen Partie der Blattunterseite (also durch intercalares Wachsthum) zustande.

3. Die Anordnung der Gewebe des Blattes weicht in bemerkenswerter Weise von der des normalen Dicotylenblattes ab, vor allem dadurch, dass das Pallisadenparenchym auf der Blattunterseite ausgebildet ist.

Zum Schlusse sei es mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Hofrath Prof. Wiesner, für die Überlassung des wertvollen Untersuchungsmaterials sowohl, als auch für das der vorliegenden Mittheilung entgegengebrachte Interesse meinen ergebensten Dank auszusprechen.



J. Fleischmann n. d. N. lith. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.



J. Fleischmann n. d. N. lith. Lith. Anst. v. Th. Bannwarth, Wien.

Figurenerklärung.

Tafel I.

Fig. 1 bis 3. Querschnitte durch das Blatt von *Cassiope tetragona*. Die Blattregionen, aus welchen die Figuren stammen, sind auf Fig. 6 durch die correspondierenden Ziffern 1 bis 3 markiert. *H* Deckhaare, *D* Drüsenhaare, *s* Stomata, *P* Pallisadenparenchym, *S* Schwammparenchym, *G* Gefäßbündel Vergr. circa 100.

Tafel II.

Fig. 4. Junges Blatt von der Unterseite, die Anlage eines hufeisenförmigen Wulstes zeigend. Vergr. circa 40.

Fig. 5. Älteres Blatt von der Unterseite. Die Wulstränder haben sich im oberen Theile einander genähert. Vergr. 20.

Fig. 6. Ausgewachsenes Blatt, von der Unterseite gesehen. Vergr. 10.

Fig. 7. Epidermiszellen von der Oberseite des Blattes. Vergr. circa 400.

Fig. 8. Drüsenhaare aus dem Hohlraume der Blattunterseite. Vergr. 400.

Fig. 9. Spaltöffnung aus dem Hohlraume der Blattunterseite. Vergr. 400.

Fig. 10. Querschnitt durch einen jungen Stamm mit beginnender Peridermbildung. *Ep* Epidermis, *P* Rindenparenchym, *Per* Periderm, *Phl* Phloem, *Xyl* Xylem, *Ms* Markstrahlen, *MKr* Markkrone, *M* Mark. Vergr. 80.

Fig. 11. Deckhaar des jungen Stammes. Vergr. 520.

Fig. 12. Einzelliges Drüsenhaar eines jungen Stämmchens. Vergr. 520.